

ANALISIS INTENSITAS CAHAYA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA

Mukhamad Khumaidi Usman

Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal
Email: khumaidioesman@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi sel surya merupakan sebuah teknologi yang mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Penelitian ini membahas tentang simulasi sel surya dengan menggunakan Solar Emulator, sel surya jenis polycrystalline dengan daya keluaran maksimal 10 WP. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil energi listrik. Metode penelitian yaitu mengukur intensitas matahari dengan menggunakan alat lux meter dan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya. Hasil pengujian panel surya 10 Wp terhadap intensitas cahaya matahari menunjukkan bahwa pada intensitas cahaya 6900 lux menghasilkan tegangan sebesar 17,7 volt dan arus sebesar 0,02 ampere, pada intensitas cahaya 121.100 lux menghasilkan tegangan sebesar 20,2 volt dan arus sebesar 0,53 ampere. Artinya bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka semakin besar pula arus dan tegangan yang dihasilkan.

Kata Kunci : *Panel surya, intensitas cahaya, lux meter*

I. PENDAHULUAN

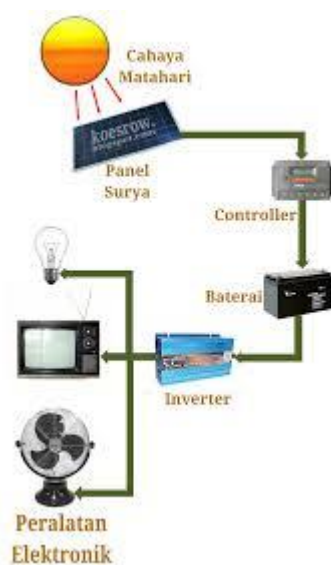
Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong Pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Sesuai PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050. Indonesia mempunyai potensi energi baru terbarukan yang cukup besar.

Total potensi energi terbarukan ekuivalen 442 GW digunakan untuk pembangkit listrik, sedangkan BBN dan Biogas sebesar 200 ribu Bph digunakan untuk keperluan

bahan bakar pada sektor transportasi, rumah tangga, komersial dan industri. Pemanfaatan EBT untuk pembangkit listrik tahun 2018 sebesar 8,8 GW atau 14% dari total kapasitas pembangkit listrik (fosil dan non fosil) yaitu sebesar 64,5 GW. Minimnya pemanfaatan EBT untuk ketenagalistrikan disebabkan masih relatif tingginya harga produksi pembangkit berbasis EBT, sehingga sulit bersaing dengan pembangkit fosil terutama batubara. Selain itu, kurangnya dukungan industri dalam negeri terkait komponen pembangkit energi terbarukan serta masih sulitnya mendapatkan pendanaan berbunga rendah, juga menjadi penyebab terhambatnya pengembangan energi terbarukan[1]. Padahal energi baru terbarukan mempunyai potensi yang sangat besar salah satunya yaitu energi matahari dengan memanfaatkan cahaya matahari kemudian diubah menjadi energi listrik dengan media panel surya, penggunaan panel surya sudah banyak digunakan salah satunya di stadion sepak bola, rumah tangga dan lain-lain. Akan tetapi penggunaan energi ini mempunyai kekurangan berupa cuaca, atau intensitas cahaya matahari yang bisa diserap oleh panel surya. Oleh karena itu dalam menentukan kapasitas pembangkit perlu mengetahui intensitas cahaya yang ada di tempat sekitar yang akan di pasang panel surya.[2]

Energi Matahari merupakan sumber energi utama untuk proses-proses yang terjadi di Bumi. Energi matahari sangat membantu berbagai proses fisis dan biologis di Bumi. Radiasi adalah suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara. Energi Matahari bisa sampai ke permukaan Bumi adalah dengan cara radiasi (pancaran), karena diantara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa (tidak ada zat perantara), sedangkan gelombang elektromagnetik adalah suatu bentuk gelombang yang dirambatkan dalam bentuk komponen medan listrik dan

medan magnet, sehingga dapat merambat dengan kecepatan yang sangat tinggi dan tanpa memerlukan zat atau medium perantara. Dari sekian banyak energi yang dikeluarkan matahari yang sampai ke Bumi melalui melalui proses perambatan tadi kemudian diserap oleh Bumi. Energi yang diserap ini akan menyebabkan suhu dari Bumi akan naik. Pada gilirannya, suhu Bumi yang hangat atau panas ini akan memancarkan juga sebagian energinya, sehingga energi yang diterima Bumi = energi yang diserap Bumi + energi yang dipancarkan Bumi. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada dasarnya adalah pecatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan hybrid (dikombinasikan dengan sumber energi lain) baik dengan metode Desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode Sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel). Pada siang hari modul surya/panel solar cell menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses photovoltaic[3]. Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dapat langsung disalurkan ke beban atau disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban. Dan arus searah DC (direct current) yang dihasilkan dari modul surya yang telah tersimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban terlebih dahulu.



Gambar 1 Instalasi Panel surya

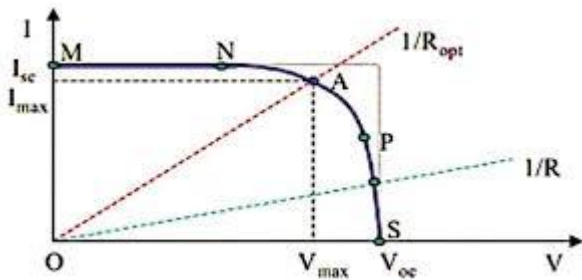
Modul ini berfungsi merubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC). Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut solar cell, komponen ini mengkonversi energi matahari menjadi

energi listrik. Solar cell merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semi konduktor. Tenaga listrik dihasilkan oleh satu solar cell sangat kecil, maka beberapa solar cell harus digabung sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut module. Pada aplikasinya karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh module ini masih kecil, maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan sehingga terbentuklah apa yang

Sel surya atau photovoltaic adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Efek photovoltaic ini ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954 peneliti menemukan untuk pertama kali sel surya silikon berbasis pn junction dengan efisiensi 6%. Sekarang ini, sel surya silikon mendominasi pasar sel surya dengan pangsa pasar sekitar 82% dan efisiensi lab dan komersil berturut-turut yaitu 24,7% dan 15%. Kepingan sel photovoltaic terdiri atas kristal silikon yang memiliki dua lapisan silisium doped, yaitu lapisan sel surya yang menghadap ke cahaya matahari memiliki doped negatif dengan lapisan fosfor, sementara lapisan di bawahnya terdiri dari doped positif dengan lapisan borium. Antara kedua lapisan dibatasi oleh penghubung p-n. Jika pada permukaan sel photovoltaic terkena cahaya matahari maka pada sel bagian atas akan terbentuk muatan-muatan negatif yang bersatu pada lapisan fosfor. Sedangkan pada bagian bawah lapisan sel photovoltaic akan membentuk muatan positif pada lapisan borium. Kedua permukaan tersebut akan saling mengerucut muatan masing-masingnya jika

sel photovoltaic terkena sinar matahari. Sehingga pada kedua sisi sel photovoltaic akan menghasilkan beda potensial berupa tegangan listrik. Jika kedua sisinya dihubungkan dengan beban berupa lampu menyebabkan

lampu akan menyala. Suatu kristal silikon tunggal photovoltaic dengan luas permukaan 100 cm² akan menghasilkan sekitar 1,5 W dengan tegangan sekitar 0,5 V tegangan searah (0,5 V-DC) dan arus sekitar 2 A di bawah cahaya matahari dengan panas penuh (intensitas sekitar 1000W/m²)[4]. Perhatikan gambar berikut.



Gambar. 2 Nilai tahanan terhadap arus dan tegangan

Karakteristik *Sel Photovoltaic Charge controller* berfungsi mengatur lalu lintas listrik dari modul surya ke baterai. Alat ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi baterai. Pengisi baterai atau charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah DC yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan (overvoltage) dari panel surya. Kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V. Jadi tanpa *charge controller*, baterai akan rusak oleh overcharging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14- 14,7 V. Fungsi detail dari charge controller antara lain:

1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang digunakan untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai cell maka electron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi

listrik dapat dibangkitkan. Cara kerja dari photovoltaic cell sangat tergantung kepada sinar matahari yang diterimanya. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel surya terdiri dari photovoltaic, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, mendung, hujan) arus listrik yang dihasilkan juga berkurang[5].

Jenis Panel Surya

Panel surya dikelompokkan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Terdapat perbedaan jenis-jenis panel surya yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Secara umum ada 3 jenis panel surya yang banyak digunakan di masyarakat yaitu :

1. Monocrystalli
2. Polycrystallin
3. Thin Film

2. Controller

Controller digunakan untuk mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *over charging*, dan *over voltage*. Apabila baterai dalam keadaan kondisi sudah terisi penuh maka listrik yang disuplai dari modul surya tidak akan dimasukkan lagi pada baterai dan sebaliknya juga jika keadaan kondisi baterai sudah kurang dari 30% maka charge controller tersebut akan mengisi kembali baterai sampai penuh. Proses pengisian baterai dan modul surya tersebut melalui charge controller akan terus berulang secara otomatis (smart charging) selama energi surya masih cukup untuk bias diproses oleh modul surya (selama matahari terang benderang). Charge controller juga berfungsi melindungi baterai ketika sedang mengalami proses pengisian dari modul surya untuk menghindari arus berlebih dari proses pengisian tersebut, yang akan menyebabkan kerusakan pada baterai. Sehingga dengan cara tersebut baterai dalam pemakaiannya memiliki usia yang lebih lama.



Gambar 3. Controller panel surya

Mengatur arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *over loading*. Monitoring temperatur baterai *Charge controller* biasanya terdiri dari satu input (dua terminal) yang terhubung dengan output panel sel surya, satu output (dua terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan satu output (dua terminal) yang terhubung dengan beban[6]. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena biasanya ada dioda proteksi yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya. Adapun dua jenis teknologi charge controller yang digunakan, yaitu : PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya menggunakan lebar pulse dari on dan off electrical, sehingga menciptakan seakan akan *sine wave electrical form*.

3. Baterai (Battery/Accumulator)

Baterai pada PLTS berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu refrigerator atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC. Accumulator atau yang akrab disebut accu/aki adalah salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor. Selain berfungsi untuk menggerakkan motor starter, aki juga berperan sebagai penyimpan listrik dan sekaligus sebagai penstabil tegangan dan arus listrik kendaraan. Menurut Syam Hardi akumulator ini berasal dari bahasa asing yaitu: accu (mulator) = baterij (Belanda), accumulator = storage battery (Inggris), akumulator = bleibatterie (Jerman). Pada

umumnya semua bahasabahasa itu mempunyai satu arti yang dituju, yaitu “accumulate” atau accumuleren. Ini semua berarti menim-bun, mengumpulkan atau menyimpan. Menurut Daryanto akumulator adalah baterai yang merupakan suatu sumber aliran yang paling populer yang dapat digunakan dimana- mana untuk keperluan yang beranekaragam.



Gambar 4. Baterai

4. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah tegangan listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi arus DC 12-24 V dari perangkat seperti baterai, panel surya/solar cell menjadi arus AC 220 V.



Gambar. 5 Inverter Dc to AC

Sifat-sifat listrik dari modul surya biasanya diwakili oleh karakteristik arus tegangannya, yang mana disebut juga kurva IV. Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Daya input dari panel surya adalah intensitas cahaya matahari (W/m^2) dan luas penampang panel surya (m^2)[7]. Untuk menentukan daya input panel surya dapat digunakan rumus dari persamaan berikut:

$$P_{in} = I \times A \dots\dots\dots(1)$$

Dengan P_{in} = Daya yang masuk panel surya (W)

I = intensitas cahaya matahari (W/m^2)

A = Luas Penampang Panel Surya (m^2)

Jika sebuah modul surya dihubungkan singkat ($V_{\text{modul}} = 0$), maka arus hubung singkat (I_{sc}) mengalir. Pada keadaan rangkaian terbuka ($I_{\text{modul}} = 0$), maka tegangan modul disebut tegangan terbuka (V_{oc}). Daya yang dihasilkan modul surya, adalah sama dengan hasil kali arus dan tegangan yang dihasilkan oleh modul surya[8].

$$P_{\text{out}} = V \times I \dots \dots \dots (2)$$

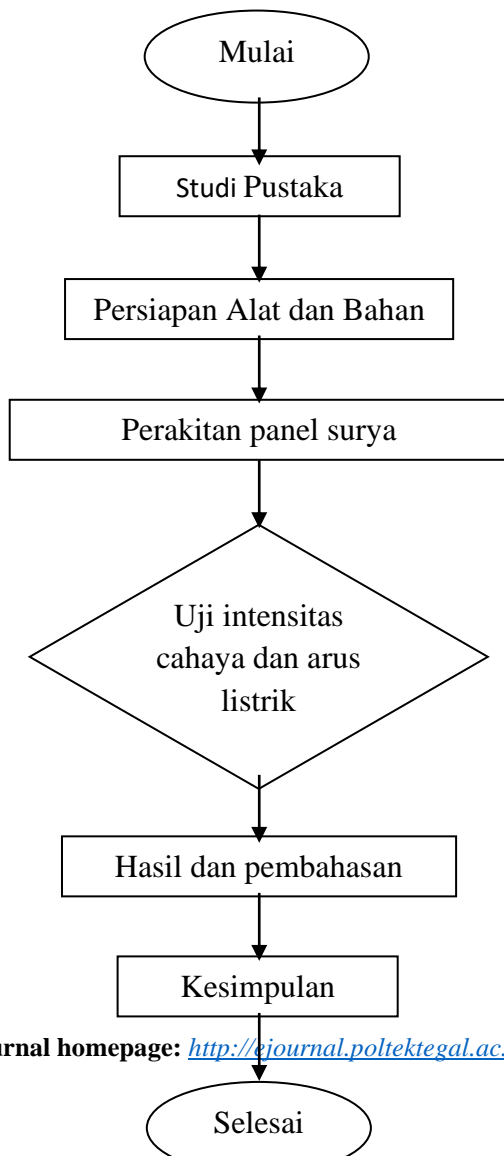
dengan : P_{out} = Daya keluaran modul (Watt)

V = Tegangan kerja modul (Volt)

I = Arus kerja modul (Ampere)

II METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan seperti pada diagram alur berikut ini:



Gambar diagram alur

Proses pengujian panel surya dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya matahari kemudian dilakukan pengukuran tegangan serta arus yang keluar dengan beban berupa baterai.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

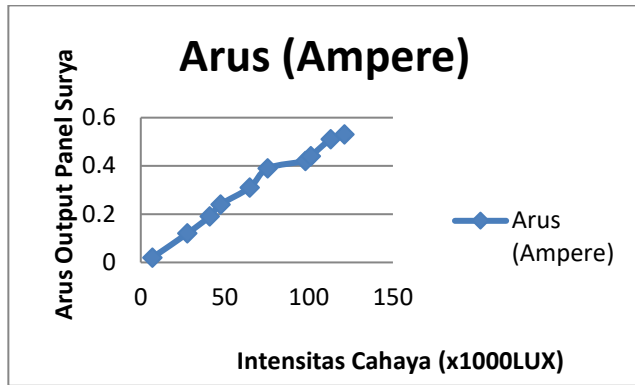
3.1 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Arus yang dihasilkan.

Hasil pengujian panel surya dengan kapasitas 10 Wp berdasarkan intensitas cahaya matahari didapatkan data arus yang keluar atau yang dihasilkan panel surya seperti pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Intensitas Cahaya Terhadap Arus Yang keluar

No	Intensitas Cahaya (x1000LUX)	Arus (Ampere)
1	6,9	0,02
2	27,7	0,12
3	40,9	0,19
4	47,4	0,24
5	64,8	0,31
6	75,5	0,39
7	97,9	0,42
8	101,1	0,44
9	112,9	0,51
10	121,1	0,53

Berdasarkan tabel 3.1 didapatkan bahwa dengan intensitas cahaya matahari 6900 Lux arus yang dihasilkan oleh panel surya 10 Wp yaitu sebesar 0,02 ampere sedangkan nilai yang tertinggi pada pengujian ini yaitu pada intensitas cahaya 121.000 Lux arus yang dihasilkan yaitu sebesar 0.53 ampere



Gambar 3.1 Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Arus (ampere)

Dari gambar grafik 3.1 diatas terlihat bahwa nilai intensitas cahaya matahari mempengaruhi arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya 10 Wp, artinya semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka semakin besar pula arus listrik yang dihasilkan.

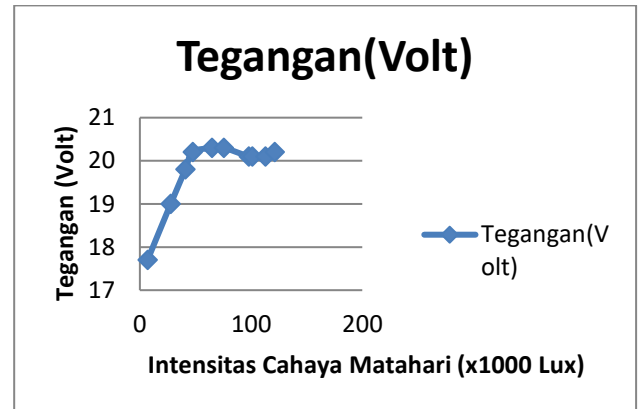
3.2 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dengan Tegangan

Dari hasil pengujian didapatkan pengaruh in tensitas cahaya terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya 10 Wp terlihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 intensitas cahaya terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya

No	Intensitas Cahaya (x 1000LUX)	Tegangan (Volt)
1	6,9	17,7
2	27,7	19,0
3	40,9	19,8
4	47,4	20,2
5	64,8	20,3
6	75,5	20,3
7	97,9	20,1
8	101,1	20,1
9	112,9	20,1
10	121,1	20,2

Dari hasil pengujian menunjukan bahwa intensitas cahaya pada saat 6900 lux tegangan listrik yang dihasilkan oleh panelsurya yaitu sebesar 17,7 volt dan pada intensitas cahaya 75.500 lux tegangan panel surya mengalami kenaikan yaitu sebesar 20,3 volt dan ketika 121.100 lux tegangan mengalami penurunan yaitu sebesar 20,2 volt.

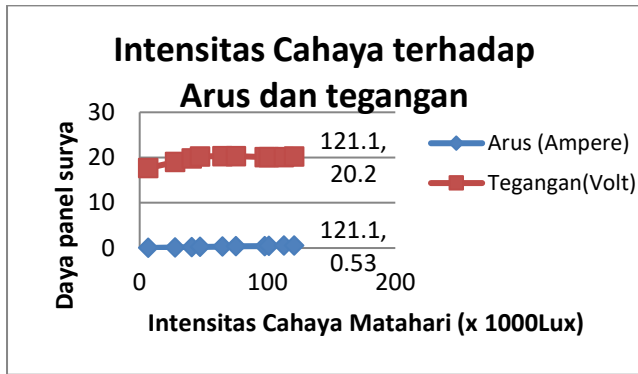


Dari hasil pengujian intensitas cahaya matahari terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya tidak serta merta mengalami kenaikan berdasarkan intensitas cahaya matahari hal ini terlihat pada grafik 4.2 ketika intensitas cahaya matahari 75.500 mngalami tegangan yang paling tinngi dan kemudian turun ketika intensitas cahaya matahari meningkat menjadi 121.100 dengan tegangan sebesar 20,2 volt

3.3 Hasil Pengujian antra intensitas cahaya, arus dan tegangan

No	Intensitas Cahaya (x 1000LUX)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	6,9	17,7	0,02
2	27,7	19	0,12
3	40,9	19,8	0,19
4	47,4	20,2	0,24
5	64,8	20,3	0,31
6	75,5	20,3	0,39
7	97,9	20,1	0,42
8	101,1	20,1	0,44
9	112,9	20,1	0,51
10	121,1	20,2	0,53

Dari pengujian ketiga variabel ini menunjukan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi dari tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya 10 Wp, terlihat pada tabel 3.3 yang menunjukan nilai intensitas cahaya mulai dari 6900lux sampai dengan 121.100 lux mengalami kenaikan tegangan dari 17,7 sampai dengan 20,3 volt begitu pula dengan arus mulai dari 0,02 sampai dengan 0,53 ampere.



Hubungan intensitas cahaya matahari terhadap energi listrik yang dihasilkan seperti arus dan tegangan semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan

KESIMPULAN

Hasil pengujian panel surya 10 Wp terhadap intensitas cahaya matahari menunjukkan bahwa pada intensitas cahaya matahari 6900 lux menghasilkan tegangan sebesar 17,7 volt dan arus sebesar 0,02 ampere, pada intensitas cahaya 121.100 lux menghasilkan tegangan sebesar 20,2 volt dan arus sebesar 0,53 ampere. Artinya bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka semakin besar pula arus dan tegangan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Outlook Energi Indonesia (OEI), 2014. pusat teknologi pengembangan sumberdaya Energi, Jakarta
- [2]. Andi J, 2017 Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. Jurnal Kitero, Vol 2 No. 1 35-42.
- [3]. Dzulfikar, 2016, Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga, Prosiding Seminar Nasional Fisika, Vol. V, ISSN 2476-9398.
- [4]. Martawati, 2018, Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya. Jurnal ELTEK, Vol 16 no.1 ISSN.1693-4024.

- [5] Suwarti, 2018, Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan Dan Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. EKSERGI jurnal Teknik Energi. Vol 14. No .3 78-85.
- [6] Assiddiqi, 2019. Analisis pengaruh perubahan temperatur panel terhadap daya dan efisiensi keluaran sel surya polycrystalline. DINAMIKA, vol 11, no 1. 2502-3373.
- [7] Sumbung, H. F dan Letsoin, Y, 2012, Analisa dan Estimasi Radiasi Konstan Energi Matahari Melalui Variasi Sudut Panel Fotovoltaik Shs 50 Wp, Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol.1 No.1 ISSN: 2089-6697
- [8] Rusman, 2015, Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp. Jurnal Turbo, Vol 54 No.2